

Emån – historiska avtryck i hydrologin



En rapport om Emån och dess hydrologi i historiskt perspektiv framtagen av
Älvräddarnas Samorganisation med finansiering av Världsnaturfonden WWF



»Neråt landet är det mera vanligt att man flyttar sjöar, sade lantmätaren. Där finns socknar som grälar sedan femtio år tillbaka om var sjöarna ska ligga. Ingen vill kännas vid dem. Så skickar de dem på varandra. Så blir det ting efter ting med processer om brokostnader, om underhåll av vägbankar, om förändrad strandrätt och oförutsedda översvämningar, om uppkomster av sankdråg och sådant. Och ibland flyter hela sjön ut till försumpning och ett nytt kärrland uppstår som efter hand avdikas. Och då dyker sjön upp igen någonstans i en helt annans socken. Det kallas för sjösänkingsföretag»

Vägen till Klockrike, Harry Martinsson, 1948

Författare: Christer Borg

Älvräddarnas Samorgansatión
Kläppvägen 1
880 30 Näsåker



Foto fram- och baksida: Emån vid Em, oktober 2018, Christer Borg

Förord

Älvräddarnas Samorganisation, eller Älvräddarna mer dagligt kallade, har i många år varit engagerade i Emån, framförallt när det gäller påverkan från vattenkraften på Emåns ekosystem. Tillsammans med Gustaf Ulfsparres Stiftelse, som är ansluten till Älvräddarnas Samorganisation som lokal grupp med fokus på Emån, har vi deltagit i och varit något av katalysator för olika projekt som syftat till att avveckla vandringshinder för fisk och annan fauna i Emån och dess biflöden.

Idén till rapporten Emån – historiska avtryck i hydrologin formades hösten 2016, då det varit extremt låga flöden i Emån efter en inledning i januari med mycket låga grundvattenniåver i östra Götaland och en efterföljande period med för lite nederbörd som inte räckte att fylla på grundvattenmagasinen. Bottennoteringen på flödet vid Emsfors nära mynningen i Kalmar-sund noterades i slutet av juni, och följdes av flera månader av mycket låg vattenföring inom hela avrinningsområdet. Högsta flöde under 2016 uppmättes i november och låg under det normala, och hela året 2016 avvek från normalflödet räknat som snitt för perioden 2006-2016.

Under sommaren var det akut vattenbrist i Kalmar län och vatten skickades med tankbil till Öland. Våra vänner och kollegor i Gustaf Ulfsparres Stiftelse hade täta kontakter med Älvräddarna under sensommaren och hösten 2016 med anledning av de låga flödena i Emån. Dessa hotade inte bara möjligheten för fisk att ta sig upp i Emån från Östersjön, utan minskade också på ett oroande sätt både fiskens lekområden och livsutrymme. Hela situationen var allvarlig och framtidsutsikterna för hela årskullar av havsöring och lax såg dystra ut.

Mot denna bakgrund föddes en tanke att undersöka på vilka sätt Emåns avrinning förändrats genom åren med avseende på påverkan från människor såsom dikningar, sjösänkningar, byggande av skyddsvallar, beskogning av åkermark, och regleringar.

Efter kontakt med Världsnaturfonden WWF fick projektidén form och föreliggande rapport har tagits fram av Älvräddarnas Samorganisation med finansiering av Världsnaturfonden WWF.

Länsstyrelsen i Kalmar och Emåförbundet har varit de viktigaste muntliga informationskällorna samt har också hjälpt till med flera illustrationer och foton och vi vill rikta ett varmt tack till alla som på olika sätt hjälpt till under processen gång.

Näsåker 2019-09-25

Christer Borg

Generalsekreterare Älvräddarnas Samorganisation

Innehållsförteckning

Bakgrund och syfte	sid 3
Emån - förändringar och ändrad vattenbalans	sid 6
Vattnet i landskapet	sid 6
Grundvattenbildning	sid 7
Historisk påverkan på landskapets vattenhållande förmåga	sid 7
Beskogning	sid 7
Dämmen och regleringar	sid 8
Sjösänkningar	sid 10
Våtmarker – förr och nu, dikningar och återskapande	sid 14
Utdikningar	sid 14
Modellering av återställda våtmarker	sid 15
Andra påverkanskällor på Emåns hydrologi	sid 18
Slutsatser	sid 20
Källförteckning och referenser	sid 21

Bakgrund och syfte

Emån är sydöstra Sveriges största vattendrag och avrinningsområdet täcker hela eller delar av nio kommuner i Jönköpings och Kalmar län, från Nässjö och Sävsjö via Vetlanda, Eksjö, Hultsfred, Högsby, Oskarshamn, Aneby och Mönsterås kommuner. Avrinningsområdet är 4 500 km² och innefattar delar av det småländska höglandet i väster till mer låglänta delar i de östra delarna. Utloppet till

flöden upp söder och norr om Nässjö, och vattendragen förenas vid Holsby. I de västra delarna återfinns också de största sjöarna i systemet. I Kalmar län blir Emån mer meandrande och lugnflytande, och till skillnad från de övre västra delarna är Emån från Vetlanda och nedåt sjöfattig. Det innebär att de nedre delarna är känsliga för flödesvariationer. Vårflöden skapar ibland översvämningar och vid



Figur 1: Emåns avrinningsområde, VISS Vattenkartan

Östersjön återfinns vid Em i Mönsterås kommun i norra delen av Kalmarsund.

Emåns avrinningsområde innehåller många biflöden och källflödena återfinns på sydsvenska höglandet. Huvudfåran är 229 kilometer lång, men den totala längden rinnande vatten i systemet är cirka 800 kilometer. Viktiga orter längs Emån är Bodafors, Vetlanda, Holsbybrunn, Kvillefors, Järnforsen, Målilla, Högsby, Fliseryd och Emsfors.

Fallhöjden är störst i västra delen av avrinningsområdet. Här rinner Emåns två käll-

torrperioder under sommarhalvåret uppstår ofta bristsituationer för vattenförsörjningen.

Emån är i sin helhet utsedd som Natura 2000-område enligt Art- och habitatdirektivet. Målet med direktivet är att främja bibehållandet av den biologiska mångfalden, genom bevarande och förbättring av naturmiljön. För att nå det målet har alla EU-länder utsett särskilda områden som tillsammans bildar ett ekologiskt sammanhängande nätverk och Emån är ett av dessa områden. Ingående naturtyper i Emån enligt habitatdirektivet är till ex-

empel "Naturliga större vattendrag av fennoskandisk typ" och flera andra naturtyper. Av arter som ingår i skyddet kan nämnas flodpärlmussla (*Margaritifera margaritifera*), lax (*Salmo salar*) och utter (*Lutra lutra*).

Natura 2000-området i Emån är i sin helhet av riksintresse för naturvården och nedre delen av Emån är också av riksintresse för friluftslivet. Stora delar av området sammanfaller också med riksintresseområden för kulturmiljövården, och Emåns nedre delar är utpekade som Ramsarområde (Konventionen om våtmarker av internationell betydelse).

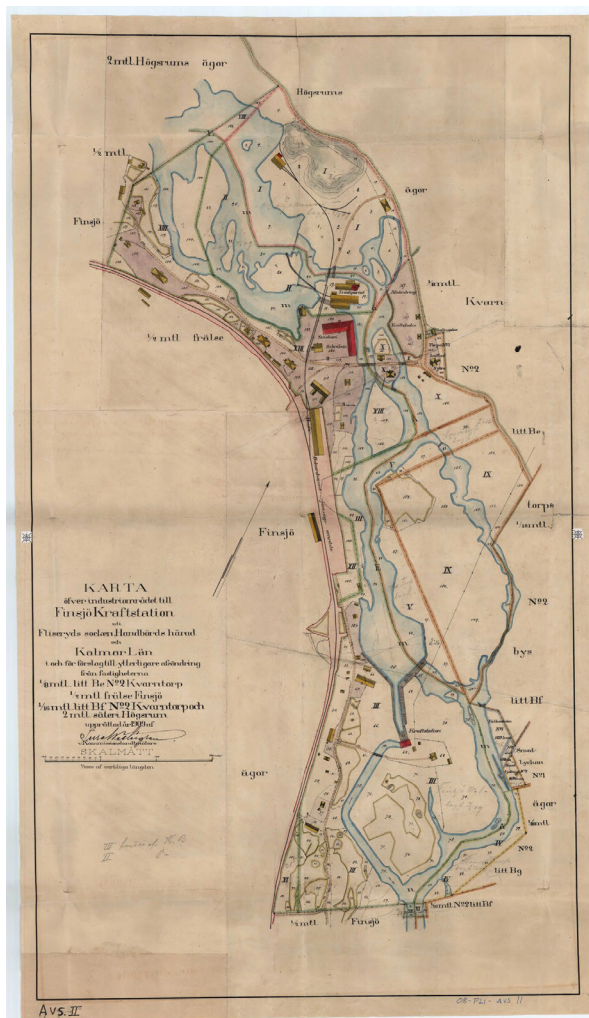
Av fiskbestånden är Emån kanske mest känd för den storvuxna och snabbt växande havsöringen. Malen, som är en av de största sötvattensarterna finns också i ständigt ökande numerärer och Emån är förmodligen den viktigaste lokalen i norra Europa för denna mystiska fisk. Emån har mer än 30 olika fiskarter och bortsett från stör återfinns samtliga de fiskarter som finns upptagna i EU:s art- och habitatdirektiv.

Historiskt har Emån nyttjats långt bak i tiden. Vattendragen har generellt varit viktiga sedan forntiden för koloniseringen i Sverige. De utgjorde transportleder och gav dricksvatten och möjligheter till fiske. Kraften i vattnets lägesenergi i form av fallhöjden i strömsträckor och forsar har sedan medeltiden nyttjats till kvarnar, sågar, benstampar och andra verksamheter som kräver energi.

Emåns regelbundna översvämningar under främst våren skapade i de lägre liggande delarna madängar med rik växtlighet som i sin tur var förutsättningen för en rik boskapsskötsel. Över tid skapade översvämningarna sam-

Emån

Avrinningsområdet areal:	4 470 km²
Sammanlagd sjöareal:	300 km²
Andel sjöar av total areal:	7 %
Högsta högvattenföring, HHQ:	272 m³/s
Medelhögvattenföring, MHQ:	100 m³/s
Medelvattenföring, MQ:	30 m³/s
Medellågvattenföring, MLQ:	7 m³/s
Lägsta lågvattenföring, LLQ:	2 m³/s



Figur 2: Karta Finsjö kraftverk 1901, Karta ur Lantmäteriets historiska kartarkiv.



Emån, foto Peter Johansson

tidigt ökande problem när befolkningstätheterna ökade och samhällen utvecklades och växte upp i Emåns dalgång. För att råda bot på dessa problem började man reglera ån och dess biflöden och sjöar. Att denna typ av åtgärder alltid varit en källa för tvister mellan olika markägare och deras behov kan visas genom stora mängder av utredningar och tvistemål sedan långt bak i tiden.

Under århundradena har Emån och dess omgivande landskap därmed förändrats. Jordbruket har från att i delar framförallt dominerats av extensiv boskapsskötsel istället omformats till potatis- och spannmålsproduktion. De gamla madängarna som var viktiga för boskapsskötseln har till stor del vallats in för att undvika de tidigare livsviktiga översvämningarna. Våtmarker har sedan 1800-talet dikats ut för att skapa ny jordbruksmark och de senaste femtio åren har delar av åkermarken längre bort från vattendragen planterats med skog.

Av samma anledning, för att skapa nya jordbruksmarker till en växande befolkning, har sjösänkingsföretag varit lika allomfat-

tande i Emåns avrinningsområde som i andra delar av Sverige. I vattendragen har kanaliseringar skapats och dammar byggts, allt i det goda syftet att skapa bättre förutsättningar för de människor som sedan länge bott i Emåns avrinningsområde.

Sammanfattningsvis kan sägas att Emån precis som många andra åar och älvar har varit en livsnerv för den omgivande bygden, och att verksamheterna som uppstått på grund av detta i sin tur återverkat på Emån och dess biflöden på både gott och ont. Åtgärder som skett under århundraden har skapat en förändrad vattenbalans i systemet och därmed har utmaningar, som nu accentueras i och med det förändrade och varmare klimatet, uppstått.

Syftet med rapporten är att visa vilka genomförda omdaningar i Emåns avrinningsområde, t.ex. sjösänkningar, dammbyggen, invallningar, utdikningar som gjorts och hur detta påverkar landskapets vattenhållande förmåga. Rapporten är tänkt att användas i informationssyfte till allmänhet, verksamhetsutövare samt beslutsfattare, för att på så

sätt öka förståelsen för vilka effekter dessa tidigare genomförda förändringar i landskapet fått, men också för att skapa en ökad förståelse för de åtgärder som behöver utföras för att återskapa de vattenhållande funktioner (t.ex. svämplan) som försvunnit.



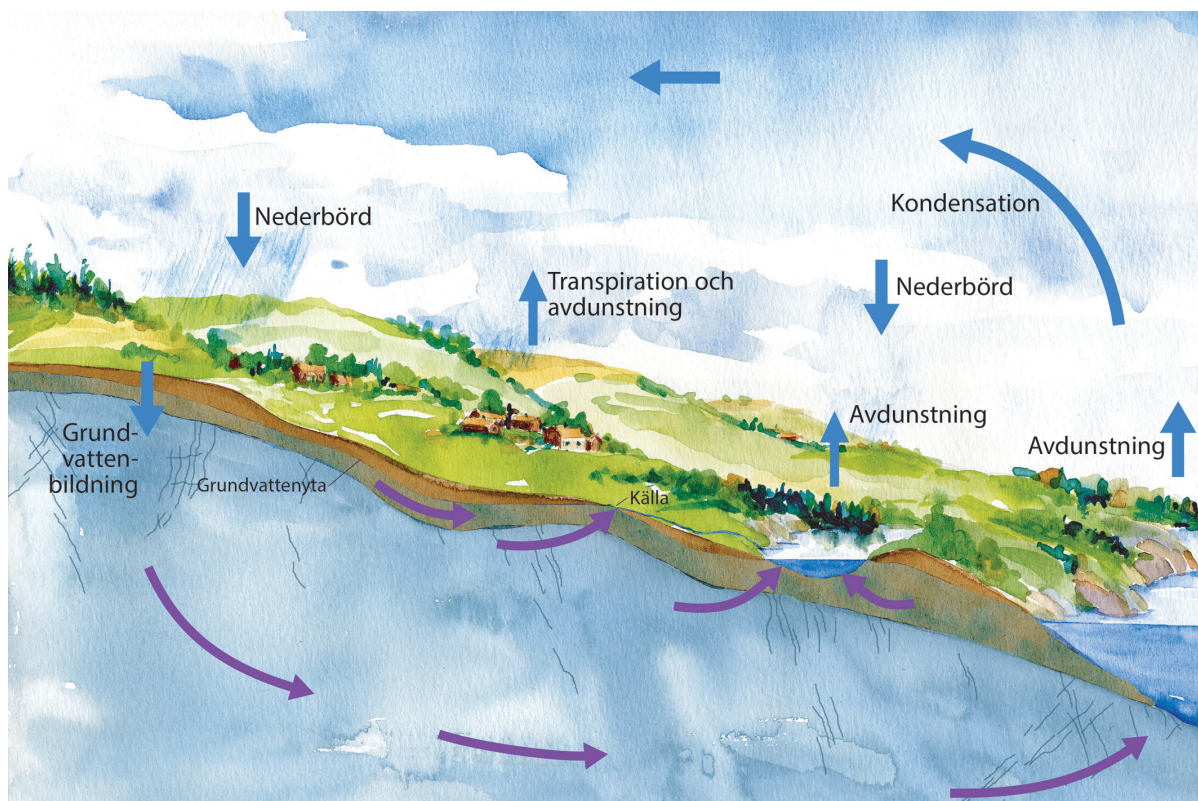
Emån - förändringar och ändrad vattenbalans

Vattnet i landskapet

Vattnets kretslopp i landskapet börjar med att avrinningsområdet tillförs vatten genom nederbörd i form av regn eller snö. En del avdunstar direkt och benämns evaporation och en del avdunstar via växter som avger vattenånga, transpiration. Summan av de två olika processerna för avdunstning kallas för evapotranspiration. Den totala nederbörden minus evapotranspirationen kallas effektiv nederbörd och denna infiltreras i marken och

bildar mark- och grundvatten. Grundvattnet strömmar som avrinning mot vattendrag, sjöar och slutligen havet. När vatten avdunstar bildas ny nederbörd.

Den magasinerade vattenmängden i landskapet består av ytvatten (sjöar, vattendrag och våtmarker), vatten som är bundet i växter samt mark- och grundvatten och under vintertid också den mängd som är bunden i snötäcket. Den totala mängden vatten som finns i systemet påverkas av nederbörd, evapotranspira-



Figur 3: Nästan all avrinning äger rum i den översta knappa metern i marken, detta har förmodligen stor betydelse för avrinningsbildning och våtmarkstyper. Illustration Art-Anna, med tillstånd för Sveriges geologiska undersökning.

tion och avrinning och förändras över tid. Att landskapet kan hålla kvar vatten är en avgörande faktor för att samhället och naturmiljön ska kunna vara uthålliga och motståndskraftiga mot exempelvis de klimatförändringar som nu pågår. Vattnet i landskapet ger en rad ekosystemtjänster som exempelvis grundvattenbildning, omhändertagande (retention) av näring och miljögifter, magasinering av vatten, utjämning av flöden. Biologisk mångfald är en annan ekosystemtjänst som vattnet bidrar till.

Grundvattenbildning

Grundvatten är det vatten som finns under markytan, i det man kallar den mättade zonen, där alla porer och hålrum i marken är fyllda med vatten. Ovanför grundvattenytan ligger den omättade zonen där markens hålrum endast delvis är vattenfyllda. Grundvattnets förekomst i marken kan beskrivas som vattnet i ett grundvattenmagasin. Grundvattenmagasin avser en tydligt avgränsad geologisk formation med en sammanhängande grundvattenmättad zon. Grundvattenmagasinen kan delas in i snabbreagerande ("små") respektive långsamreagerande ("stora") magasin. De små grundvattenmagasinen, som bland annat finns i morän och urberg, påverkas snabbare av en förändrad grundvattenbildning till följd av förändrade hydrologiska förhållanden jämfört med de långsamreagerande, där förändringen märks först efter en längre tid och först när förändringen är tillräckligt stor (SGU, 2019).

Variationen i grundvattenbildningen är stor i Sverige, och i Kalmar län, där Emåns nedre lopp ligger, är den låg och ligger i genomsnitt på 155 mm per år. Hur stor förmåga marken har att behålla vatten beror av geologiska förutsättningar, det vill säga vilken typ av berggrund och jordart som är förekommande. Markanvändning spelar också stor roll för genomsläpplighet och för den vattenhållande förmågan. I marker som dikats och därmed dränerats försvinner mycket vatten som ytvatten istället för att bilda grundvatten.

Klimatförändringarna medför att avdunstningen ökar samtidigt som växtsäsongen förlängs. Det här innebär för Emån, och speciellt för de nedre delarna, att grundvattennivåerna kommer att sjunka generellt och därmed öka sårbarheten vad gäller vattentillgången. Eftersom nedre delarna av Emån är relativt sjöfattiga innebär det att magasineringsförmågan är begränsad vilket ökar sårbarheten ytterligare.

Historisk påverkan på landskapets vattenhållande förmåga

Under de senaste 200 åren har landskapet i Sverige och kring Emån förändrats enormt. Ökande befolkning skapade ökande behov av jordbruksmark och nya metoder inom jordbruket för att öka avkastningen, vilket har omdanat inte bara landskapet i sig utan framförallt landskapets vattenhållande förmåga. Exempelvis har områden i de mellersta delarna av Emån i Mörlundaområdet som tidigare dominerades av extensiv boskapsskötsel idag ställts om till framförallt potatisodling. Det tidigare behovet av madängar för bete och slåtter som byggde på periodiska översvämningar är därmed borta.

Istället har dagens jordbruk behov av att hålla vattnet borta från åkermarken, varför invallningar har skett på långa sträckor. Invallningarna gör att delar av det vatten som tidigare uppehöll sig längre tid i landskapet nu snabbare rinner undan i huvudfåran. Utöver invallningar kan sjösänkningar, dikningar av våtmarker, beskogning av tidigare åker- eller våtmarker, kanaliseringar samt dammar och regleringar för vattenkraft och industriella uttag av vatten nämnas som viktiga påverkanskällor på Emåns hydrologi. Nedan följer utveckling av denna påverkan med i några fall exempel på utförda modelleringar och beräkningar.

Beskogning

Av Sveriges 10 miljoner hektar torvtäckt mark är 5 miljoner hektar produktiv skogsmark, och sedan 1850 har 1,5 miljoner hektar torvmark dikats ut med syfte att producera

skog.

Samtidigt som ny mark bröts för jordbruket fanns det tidigt direktiv som föreskrev att varje by skulle ha sin egen skogsplantering i vissa delar av landet. Under 1900-talet ökade skogsplanteringen på åkermark betydligt, där den största ökningen skett efter andra världskriget. En av orsakerna till det var mekaniseringen av jordbruket som skedde och som innebar större krav på bärighet och storlek på åkrarna. Mot slutet av 1940-talet sköt också användningen av konstgödsel fart, vilket gjorde att avkastningen på den brukade jorden ökade. Med början under dessa år planterades i växande utsträckning skog på för jordbruksändamål mindre lämpliga åkrar. År 1990 hade över 2 miljoner hektar skog etablerats på tidigare jordbruksmark i Sverige.

I Emåns avrinningsområde finns statistik för förändring av markanvändande från Statistiska Centralbyrån, SCB. Den visar för Jönköpings del en minskad åkerareal från 132 289 hektar år 1951, till 87 089 hektar 2015. Motsvarande siffror för Kalmar län, det vill säga Emåns nedre östra delar, är 174 408 hektar åkermark år 1951, som minskat till 120 309 hektar år 2015. Samtidigt har skogsarealen i Jönköpings län ökat med drygt 9 procent under samma tid, och i Kalmar län har skogsarealen samma period ökat med 6 procent.

Etablering av skog innebär förändrade hydrologiska mönster. Avdunstning och transpiration från växande skog ökar och därmed dräneras markens vatten. Exakt hur beskogningen förändrat hydrologin är svårt att avgöra utan mer data och modellberäkningar. Det beror givetvis på vad man jämför med, till exempel kan antas att delar av det som beskogsats under andra halvan av 1900-talet från början varit våtmarker som först dikats ut till åkermark, men som sedan gjorts om till skogsmark. Då vi inte hittat uppgifter om vilken typ av åkermark som beskogsats kan inte beräkningar göras, utan vi kan konstatera att beskogning säkerligen förändrat

avrinningen i Emån, men det återstår arbete att göra för att kvantifiera detta.

Dämmen och regleringar

Emån och dess biflöden har nyttjats till olika kraftändamål sedan medeltiden. Anläggande av kvarnar, sågar och bland annat benstampar har dock ofta skett utan att hela vattendraget dämts upp. Ofta byggdes intagskanaler för att leda vattnet till kvarnen eller sågen parallellt med åfåran och vatten togs då in enbart för ändamålet, det vill säga bara mindre delar av flödet och ofta bara under vissa perioder. Detta till skillnad från dagens vattenkraftanläggningar som producerar el dygnet runt, året runt.

Emån har tidigare varit kungsådra, ett begrepp som härstammar från 1400-talet. Det innebar att vattnet skulle hållas fritt från bygande, framförallt för fiskets skull. 1734 års lag stadgade att en tredjedel av vattnet alltid skulle hållas öppet ”där kungsådra av ålder varit”, och det var viktigt inte bara för fisket utan också för samfärdsel. För fiskets del infördes det också speciellt i 1766 års fiskeristadga, där det fanns med fram till 1918 års vattenlag, då det istället ansågs räcka med att en sjättedel av vattnet rann fritt. Det tål att nämnas att den sjättedelen i princip aldrig kom till användning i de domstolsmål som förevarit sedan 1918.

I Emån kan vi konstatera att kungsådrebegreppet redan tidigt förlorade lite av sin betydelse. Fliseryds krutbruk fick redan i mitten av 1700-talet rätt att dämma upp vattnet och stänga kungsådran, detta bara drygt två mil från Emåns utflöde i Östersjön. Men även icke sanktionerade avstängningar av kungsådran skedde under 1700-talet. Det klagades bland annat på Frövi och Hanåsa kvarnar som anklagades för att stänga av Emån tvärsöver, och ägarna till Ryningsnäs och Grapes kvarnar i Mörlunda socken fick av samma anledning svara inför häradsrätten. I och med 1983 års vattenlag upphörde kungsådrebegreppet att vara giltigt.

De största ingreppen när det gäller dämmen skedde dock i 1900-talets början när ett antal



Åby kvarndamm, innan utrivning 2019. Foto Christer Borg

vattenkraftverk byggdes för att förse orterna omkring Emån och industrier med el.

Enligt webbplatsen vattenkraft.info finns 22 vattenkraftverk i Emån inklusive biflöden. I huvudfåran från Vetlanda och nedåt återfinns 17 stycken av dessa. Den totala produktionen och effekten av de 22 kraftverken anges till cirka 17 MW effekt och 75 GWh produktion, vilket ungefär motsvarar effekten hos 3 moderna vindkraftverk och produktionen av cirka 10 sådana verk. Utöver det finns ett antal andra dammar, ofta i sjöutlopp, enligt Emåförbundet cirka 60 stycken. Emåförbundet anger 42 kraftstationer i avrinningsområdet, det vill säga betydligt fler än ovan 22 angivna. Av dammarna reglerar Emåförbundet 7 stycken.

Regleringen av Emån påverkar flöden och hydrologin på olika sätt beroende på var dammarna ligger. Dammarna reglerar sjöar, som t.ex. Solgen och Hulingen kan ha potentiellt stor påverkan på flödet i Emåns huvudfåra. Ett av Emåförbundets uppgifter är att se till att regleringarna som sköts av olika organisationer sker på ett sätt som gynnar alla

som på olika sätt nyttjar Emåns vatten. Se också avsnittet om sjösänkningar längre fram.

De dammar som ligger i vattendragens huvudfåror, till exempel kraftverksdammarna, har inte samma påverkan på flödet över längre tidsavsnitt, vilket beror på att de inte kan reglera stora volymer vatten på samma sätt som i sjöarna. Däremot kan de vid felaktigt utförd reglering eller vid plötsliga händelser som fel i automatik och övervakningssystem skapa stora problem i vattendraget. Plötsliga stopp i flödet kan innebära potentiellt livshotande situationer för djurlivet och ekonomiska förluster för industri som är beroende av vattenuttag. Plötsliga och extrema höghöjden som uppstår vid nödöppningar av dammluckor och utskov kan skapa översvämningar med skador på infrastruktur, och samtidigt förhållanden som är ogynnsamma och rent av livshotande för många djurarter i vattnet.

De dammar som reglerar sjönivåer spelar en viktig roll för vattenhushållningen i Emån, och kommer att i framtiden kanske spela en ännu större roll. Det finns förmodligen goda

Emåförbundet bildades 2004 genom sammanslagning av Emåns vattenförbund och Emåområdets intresseförening.

Förbundet arbetar med vattenfrågor i ett avrinningsområdesperspektiv i Emåområdet och är också vattenråd inom vattenförvaltningsarbetet.

Länsstyrelsen i Kalmar och Jönköping är adjungerade till styrelsen.

anledningar att se över de tillstånd i domar som finns för att på ett bättre sätt hantera vattenresursen, då ökande längd och frekvens på torrperioder är att vänta samtidigt som frekvensen av plötsliga skyfall också kan förväntas öka.

Ett bekymmer med i princip alla dammar är att de utgör vandringshinder för fisk. Detta måste lösas, och bästa sättet för fisken är att helt enkelt ta bort vandringshindret, framförallt i huvudfåran där de inte gör nytta för regleringen. I sjöar kan sjötrösklar byggas som håller sjön mellan förutbestämda nivåer samtidigt som fisk kan passera.

Sjösänkningar

Sedan början av 1800-talet har sjösänkningar förekommit, framförallt för att få mer jordbruksmark eller för att torrlägga vattensjuka jordbruksmarker, och torrläggningsföretagen kom att från mitten av 1800-talet syfta till att sänka grundvattennivån. Från och med 1840-talet beviljades lån och bidrag till utdikningar och avtappningar av sankmarker och sjöar i södra och mellersta delarna av Sverige. I samband med dessa stora dikningsföretag utfördes också ofta kanaliseringar av bäckar och åar, allt för att vattnet skulle rinna undan snabbare. De rätades ut och rensades, vilket innebar att naturliga strukturer som hindrade vattnet togs bort.

Under 1940-talet kom grävmaskiner i mer allmänt bruk, vilket underlättade rensningar

av diken och kanaler, samtidigt som man började bygga invallningar kring viktiga jordbruksmarker istället för att fortsätta att sänka sjöar. Sjösänkningarna gjorde att åkerarealen växte och den nådde sin största storlek i Sverige under 1920-talet då den utgjorde 3,8 miljoner hektar.

Den mest intensiva perioden av sjösänkningar pågick från 1880-talet fram till 1930-talet. Efter en avtrappning upphörde sjösänkningsprojekten så gott som helt under 1950-talet. Sänkningar har utförts på cirka 2 500 sjöar i Sverige och har lett till följd effekter som ändrade avrinningsförhållanden, ökat kväveläckage, ökad igenväxning, sämre förhållanden för fisk, marksättningar och en snabbare uppgrundning av sjöarna.

Sänkta sjöar påverkar alltså de hydrologiska förhållandena påtagligt. Sjöar har naturligt dämpande effekter vid högflöden då de kan magasinera vatten. I vattensystem med god tillgång på sjöar, som i de övre delarna av Emån, kan vattenflödena vara tillfredställande även vid långvariga torrperioder, då sjöarnas magasineringseffekter kan nyttjas under de perioderna.

Analogt med detta innebär sänkta eller torrlagda sjöar att avrinningen vid stor nederbörd eller skyfall sker mycket snabbare än tidigare, vilket skapar problem med översvämningar längre ned i systemet jämfört innan sjösänkningarna. Vid perioder med låg nederbörd tenderar avrinningen att minska till generellt



Figur 4: Rekonstruktion av kartmaterial från 1868 som visar Bodasjön (Kopparpssjön) samt Räveln (sedmera helt avsänkt) och södra delen av Ingarpasjön, i samband med ett större markavvattningsföretag för Solgen. Emåförbundet 2018. Källa: www.lantmateriet.se.

lägre värden än innan sjösänkningen.

Vid små sänkningar av sjöar minskar också de negativa effekterna relativt än vid större sänkningar. Men speciellt om sänkning sker i flertalet sjöar inom ett och samma system, såsom skett i Emåns avrinningsområde, kan

den sammanlagda effekten bli högst påtaglig i de nedre delarna av vattensystemet.

I de fall sjösänkningar skett där jordarterna omfattat torv- och gyttjejordar (organogena jordarter) har den torrlagda marken ofta sjunkit och blivit vattensjuk igen. Många gånger

har det lett till nya sänkningar och många sjöar har därmed blivit föremål för sänkning i flera etapper, ibland intill dess att sjön kanske blivit helt utdikad och torrlagd. Slutresultatet i de fall där det varit torvjordar har blivit att den torrlagda eller nyvunna marken endast kunnat nyttjas för odling under en begränsad tid. Man kan anta att dessa jordar till viss del utgör delar av den mark som planterats med skog från mitten av 1900-talet.

En annan effekt av sjösänkningar är att sjön åldras snabbare. Sjöars åldrande är en naturlig process som grundar sig i att en ständig slamavsättning pågår. Denna medför en sakta uppgrundning av sjön, med ökande växtlighet som följd. Detta är en naturlig process som skyndas på vid sjösänkningar. De stora sjöar som idag anses vara "fågelsjöar" i Sverige, det vill säga grunda och med betingelser lämpliga för sjöfåglar, skulle om de inte tidigare sänkts fått sin debut som fågelsjö framflyttad cirka 1000-2000 år.

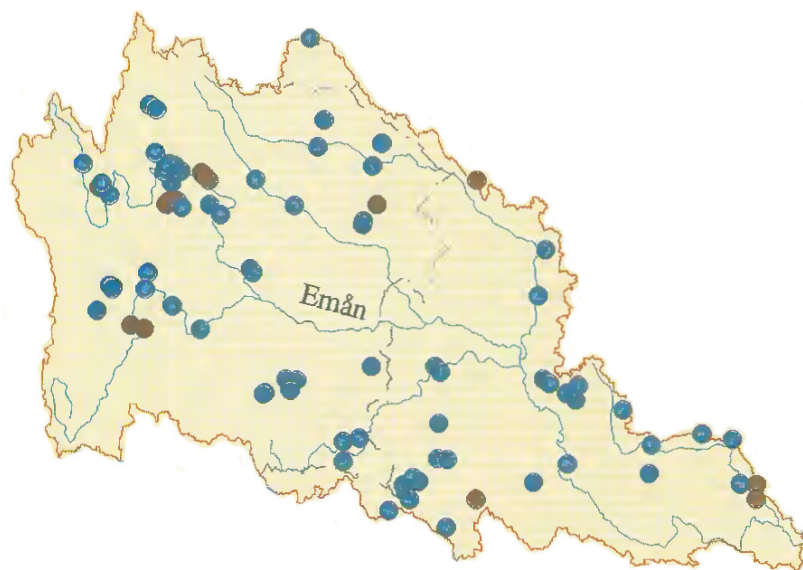
När en sjö sänks påskyndas igenväxningen och "åldrandet" också på grund av den näring som frigörs och läcker ut från den avsänkta och torrlagda delen av sjön, samtidigt som den totala volymen som kan ta hand om

näringen minskar. Näringsläckaget bidrar till en snabbare igenväxning, "åldrande" av sjön.

I Emåns avrinningsområde återfinns 82 sjösänkningsföretag från 1851 fram till det sista som utfördes 1941 (SMHI, 1995). 68 av dessa handlade om just sänkningar, medan 14 var torrläggningar där hela arealen upphörde att existera som sjö eller våtmark. Av dessa torrläggningar var alla utom tre utförda i Jönköpings län, vilket antas bero på att de flesta av sjöarna i Emåns avrinningsområde ligger inom Jönköpings län.

Från 1933 till 1941 skedde de sista 12 sjösänkningarna, och hälften av dem var torrläggningar, alla i Jönköpings län i de övre delarna av Emån. Anmärkningsvärt är att antalet sjösänkningsföretag i Kalmar län hade sin absoluta topp under 1950-talet, då 15 procent av alla sjösänkningar i Kalmar län utfördes. Dock är den sista sjösänkningen i just Emåns avrinningsområde i Kalmar län utförd 1936. Statistiken kommer från SMHI som påpekar att det förmodligen förekommer sänkta sjöar som inte finns med i underlaget.

34 av de totalt 82 sjöar som sänkts i Emåns avrinningsområde finns med i SMHI:s nät-tjänst Damm- och sjöregister och i lista över



Figur 5: Sänkta sjöar i Emåns avrinningsområde, SMHI Vattenwebb.

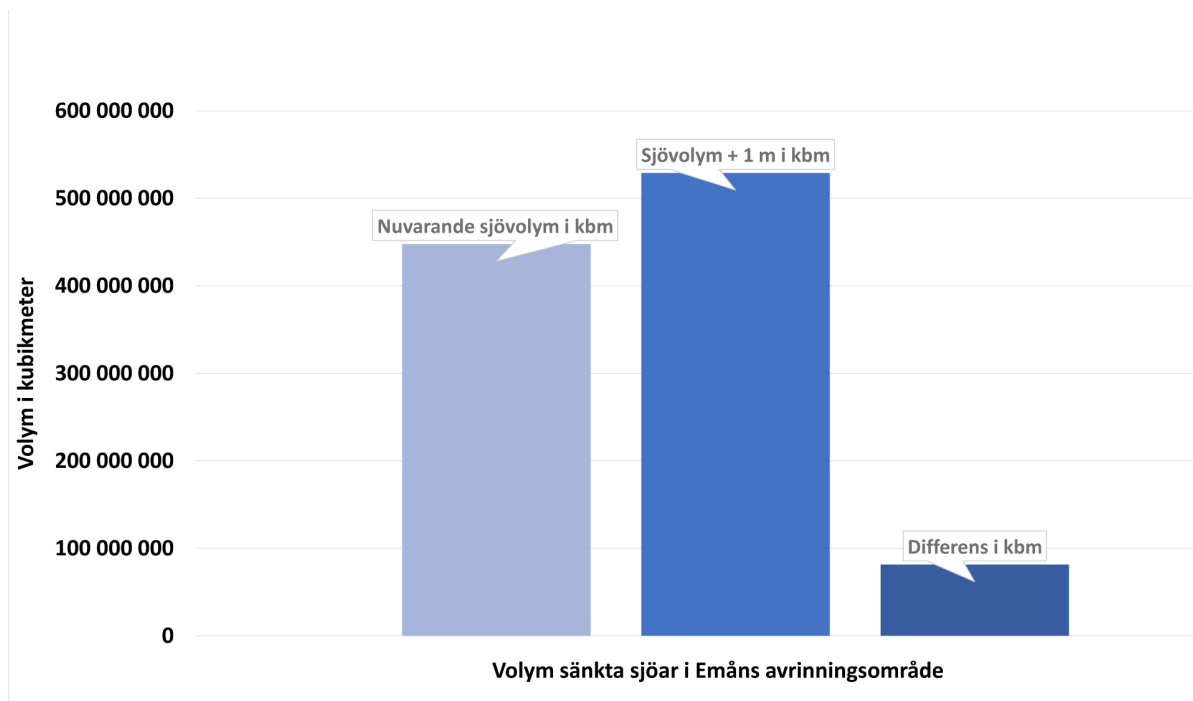
sjöar per kommun under projektet Sjölyftet (SMHI, 2010, 2018) med både yta och medeldjup, vilket innebär att sjövolymen kan räknas ut. 14 sjöar är totalsänkta, det vill säga de har upphört att existera som sjö eller våtmark. 23 sjöar finns med i materialet med storlek på ytan men utan medeldjup, varför inte volymen kan beräknas på dessa. 21 av dessa sjöar är mindre än 1 hektar och de två största är på 1,27 respektive 1,9 hektar. På de 34 sjöar som kan beräknas är sjövolymen cirka 448 miljoner kubikmeter.

Eftersom det inte gått att få fram hur mycket varje sjö sänkts, kan bara översiktliga beräkningar göras med grova antaganden kring förlorad sjövolym som uppstått på grund av sjösänkningarna. Med ett antagande att sjöarna sänkts med 1 meter, har i det fallet drygt 81 miljoner kubikmeter sjövolym försvunnit, se figur 6. Siffran kan exempelvis ställas i relation till de volymer som DHI räknar med i rapporten *Modelluppdatering och fördjupad analys med Emåns vattendragsmodell, Länsstyrelsen i Kalmar län, 2018*. I ett scenario som motsvarar en återställning av 50 procent av våtmarkerna som

gått förlorade på grund av dikningar i Emån, har kapaciteten att fördröja avrinning ökat med 34 miljoner kubikmeter vatten. Det motsvarar ett flöde på 3 kbm/s under 4 månader vilket under torrperioder innebär stora nyttor.

Förlorad sjövolym är, enligt antagandet om 1 meter sänkning i medeltal i de sjöar som sänkts, mer än dubbelt så stor än i ovan scenario med återställd våtmark. Givetvis kan denna volym vara både större eller mindre, men eftersom vare sig de sjöar och våtmarker som helt torrlagts eller de sjöar där vi saknar medeldjup ingår i antagandet och beräkningen, finns risk för att den förlorade sjövolymen är väsentligt större.

Slutsatsen är att det behövs mer studier för att mer exakt räkna ut den totala förlusten av sjövolym på grund av sjösänkningar, samt i modeller beräkna hur dessa sjösänkningar förändrat hydrologin i Emån. Vi kan konstatera att stora sjövolym har gått förlorade som idag skulle behövts, både under högflöden som magasin för att fördröja avrinningen och under perioder av torka och låga flöden då större magasin kan ge högre lägstaflöden under lång tid, vilket skulle göra



Figur 6: Skillnad i sjövolym med antagandet att 34 sänkta sjöar i Emåns avrinningsområde sänkts med 1 meter.

stor nytta på alla sätt.

Våtmarker – förr och nu, dikningar och återskapande

Våtmarkerna har tidigare i vår historia nyttjats av befolkningen för jakt, fiske, bete, slåtter och torvbrytning. I och med att befolknings-tillväxten ökade kraftigt under 1800-talet, vilket skapade behov av mer jordbruksmark, förändrades synen på våtmarkerna. En storskalig markavvattningsepok startade under 1800-talet där våtmarker oftast betraktades som för befolkningen och jordbruket vattensjuk och oduglig mark (KSLA 2010). Hälften av Sveriges totala våtmarksförlust beror av utdikningar i skogsbruket, och skapandet av nya jordbruksmarker genom sjösänkningar står för ytterligare 40 procent av förlusten (Naturvårdsverket, 2019).

Våtmarker definieras som delar av landskapet där minst 50 procent av växtligheten är vattenanknutna, eller enligt Våtmarksinventeringen ”...mark där vatten under en stor del av året finns nära, under, i eller strax ovan markytan samt vegetationstäckta vattenområden”.

Tre huvudgrupper har definierats; myrar (mossar, kärr och blandmyrar), strandvåtmarker (mader och strand/fuktängar), och övriga våtmarker (sumpskogar, fuktängar och fukthedar).

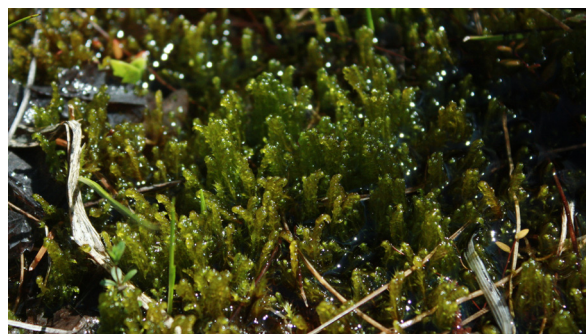
De olika typerna av våtmarker skapar förutsättningarna för några av de artrikaste miljöerna i Sverige för kärlväxter, mossor, groddjur, fåglar och insekter. De störningar i form av till exempel regelbundna översvämningar som inträffar i dessa gränsområden mellan land och vatten är viktiga för specialiserade och konkurrenssvaga våtmarksarter. Olika typer av våtmarker har platsspecifika arter av flora och fauna och det är därför av vikt att behålla variationen av våtmarkstyper för att säkra den biologiska mångfalden som i sig utgör en integrerad del i ett hållbart vattenlandskap. Läget idag är att cirka 800 våtmarksarter är upptagna på Artdatabankens rödlista främst på grund av mänsklig påverkan som

exempelvis sjösänkningar och utdikningar.

Våtmarkerna har stor betydelse för landskapets vattenhållande förmåga. De kan utjämna flödesförändringar och magasinera vattnet i landskapet och därmed mildra effekter av både höga flöden och stor nederbörd genom att bromsa vattnet, samt mildra effekter av torka. I sammanfattning bidrar våtmarker till grundvattenbildning, skydd vid torka, minskad översvämningrisk, upprätthållande av biologisk mångfald, minskning av övergödning och minskad klimatpåverkan (Faktabladsserie Multifunktionella våtmarker, Naturvårdsverket).

Utdikningar

Sveriges landskap har dikats ut för att skapa odlingsmark sedan medeltiden. Under 1800-talet började våtmarker att dikas ut i större skala vilket gjorde att djupa diken grävdes och kanaler anlades för att av-



Figur 7: Korvskorpionmossa, rikkärrsart, Creative Commons.

leda vattnet. Bäckar och åar rätades ut så att många av dessa små vattendrag blev mer eller mindre raka. Statligt stöd för dikningar och markavvattningar har utgått sedan 1800-talet och så långt fram i tiden som 1970-talet (Naturvårdsverket 2009).

Utdikning av våtmarker har negativ påverkan på landskapets vattenhållande förmåga, och återskapande av våtmarker kan därför ge bra effekter både för att minska höghöjden och höja lågvattenföringar under torrperioder. Dikningarna har medfört att stora volymer vatten inte längre kan hållas kvar i landskapet, se figurerna 8 och 9, vilket också var menin-

Inom Jönköping och Kalmar län finns över 3 340 markavvattningsföretag med sänkta vattendrag och utdikade våtmarker, i Jönköpings län återfinns 1 240 och i Kalmar län 2 100.

I Emåns avrinningsområde har 230 km² våtmarker förvunnit vilket motsvarar cirka 50 procent av den ursprungliga våtmarksarealen.

gen med dikningarna, man ville helt enkelt bli av med vatten för att höja produktionen på både jordbruks- och skogsmarker. Men det innebär också att grundvattenbildningen minskar, vilket medför negativa konsekvenser när vi har långa perioder av torka.

Modellering av våtmarkspotential

För att skapa samsyn och intresse hos Emåns olika intressenter fick länsstyrelserna

i Kalmar och Jönköpings län under perioden 2015-2017 medel från Havs- och vattenmyndigheten. Projektet under namnet *Emån – en långsiktig hållbar resurs för samhälle och miljö*, samlade intresserade människor och organisationer till flera möten där man bland annat diskuterade hur man kan motverka ovälkomna översvämningar och extrema lågflöden, men också samtidigt förbättra livsmiljöer för djur och växter i och runt Emån.

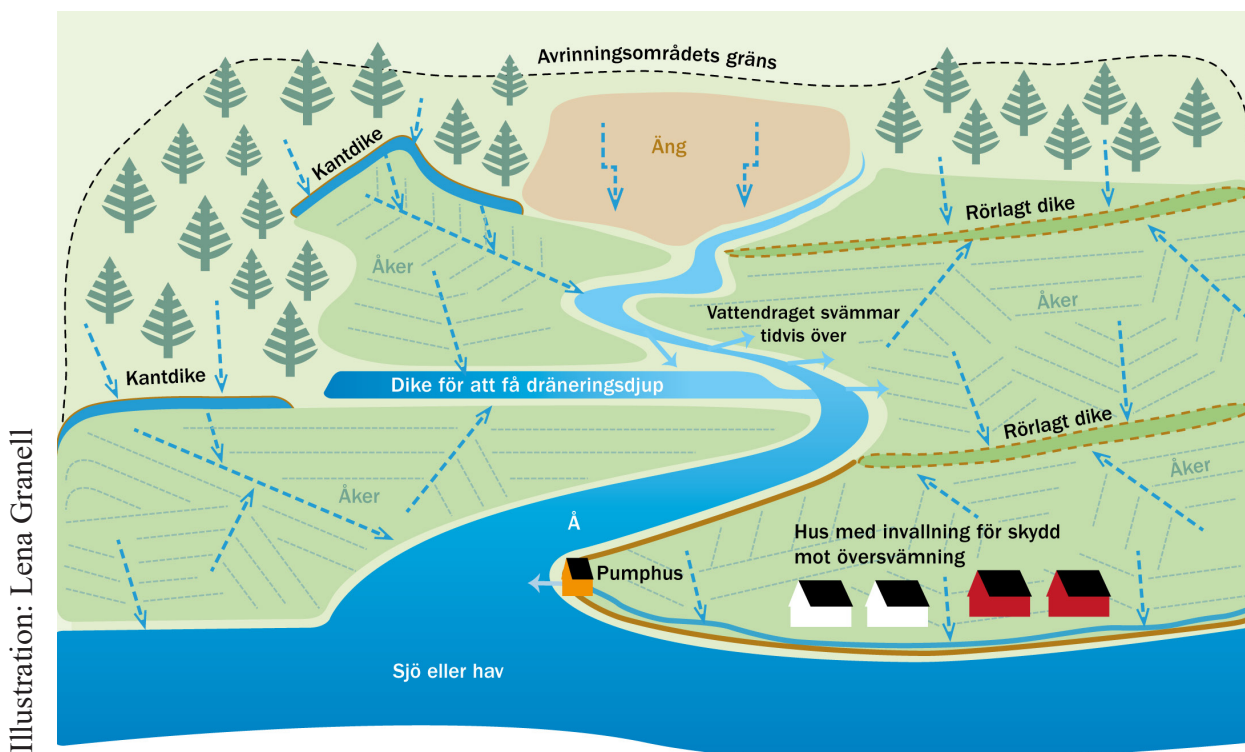
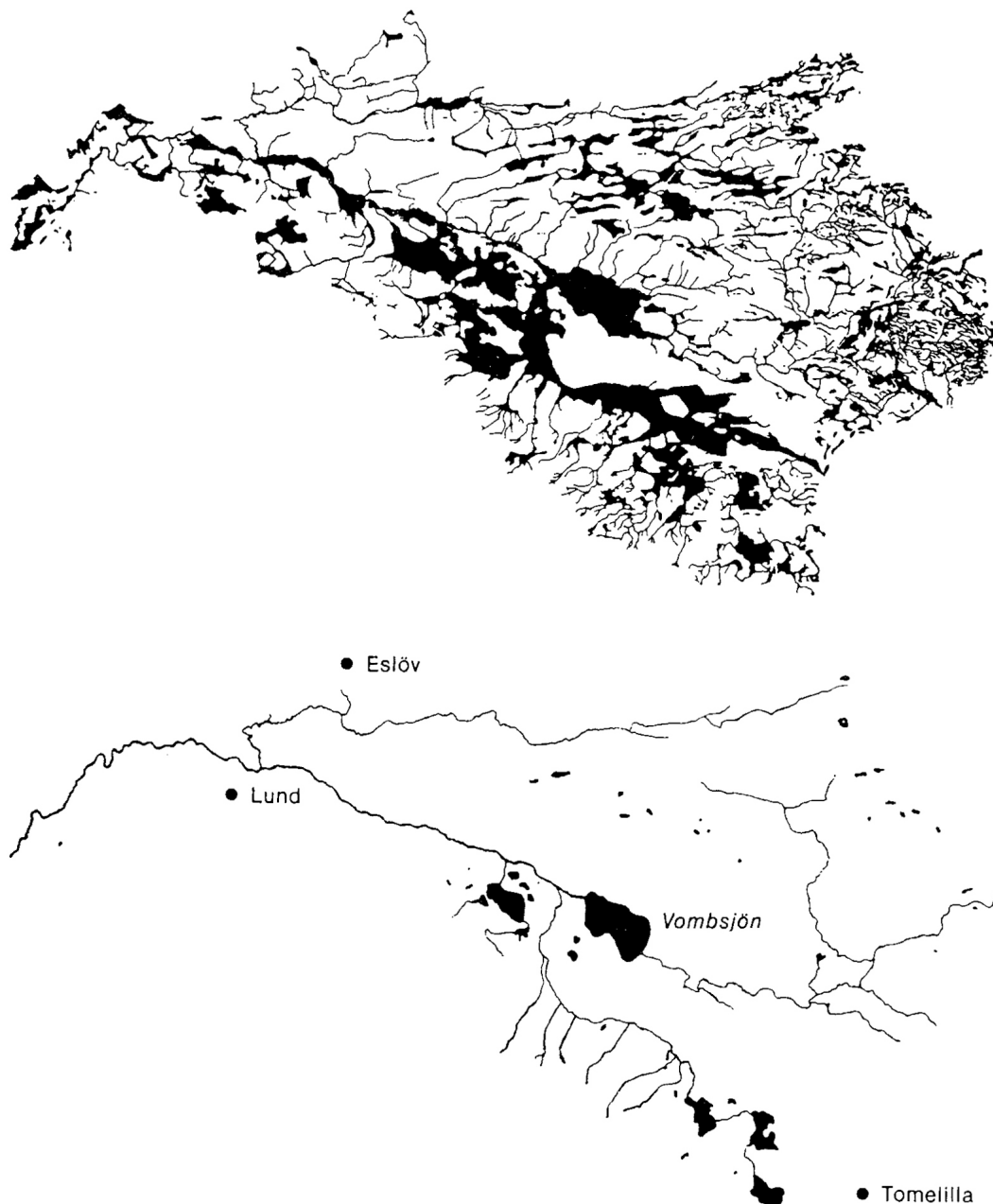


Illustration: Lena Granell

Figur 8: Dränering och huvudavvattning hänger ihop. Vatten leds via kantdiken, nergrävda ledningar och öppna diken till nedströmsliggande vattendrag, sjöar eller havet. Vatten från lågt liggande invallade områden pumpas vidare. LRF, 2014, Äga och förvalta diken och andra vattenanläggningar i jordbrukslandskapet.



Figur 9: Exempel på hur landskapet dikats ut.

Övre bild: Kävlingeåns vattensystem 1812-1820, innan utdikningar och dräneringar verkställdes. Alla svarta delar utmärker ytvattenförekomster. De utgjorde sammanlagt 356 km², alltså 29% av Kävlingeåns avrinningsområde. Det var ett landskap som i vattenhänseende var praktiskt taget opåverkat av människan.

Undre bild: Kävlingeåns vattensystem 1950-1953, efter dittills verkställda utdikningar och dräneringar. Endast 41 km² återstår (3,4%). Genom utdikningen har nu den största delen av ytvatten försvunnit. SMHI, 1995

En del i länsstyrelsernas projekt har varit att ta fram en vattendragsmodell som beskriver Emåns form och hur och var vattnet rinner vid olika vattenflöden. Modellen drivs med öppna data från SMHI från 15 stationer med nederbörd och 5 stationer med temperatur (dygnsvärden). Modellen har tagits fram av DHI Sverige och hittills har två rapporter överlämnats till länsstyrelsen i Kalmar. I den senaste rapporten *Modelluppdatering och fördjupad analys med Emåns vattendragsmodell*, Länsstyrelsen i Kalmar län Rapport maj 2018, har olika simuleringar gjorts, bland annat en analys av våtmarkspotential.

Syftet med analysen har varit att se vilka effekter ett återställande av delar av den förlorade våtmarksytan som uppstått på grund av markavvattningsföretag skulle ge. I modellen har man lagt in fiktiva magasin med våtmark för att i första hand öka avrinningen under torrperioder och i andra hand dämpa högflöden

som riskerar att leda till översvämningar. På så sätt har man kunnat modellera fram vilka storlekar på våtmarksmagasin som behövs för att få en tydlig positiv förändring.

Länsstyrelsen i Kalmar har via GIS-analyser tagit fram hur stor area av våtmarkerna som förvunnit i olika delar av Emån sedan slutet av 1800-talet. Detta har gjorts genom jämförelser mellan områden som är markerade som sankmarker i generalstabskartan från 1880 och samma områden i dagens fastighetskarta.

Den totala våtmarksförlusten som på detta vis tagits fram uppgår till 228 km². Detta antas motsvara de förluster som gjorts av permanent våta områden, men inkluderar inte förluster av marker som enbart vissa delar av året är blöta eftersom dessa inte markerades särskilt i generalstabskartan.

De återställda våtmarkerna beskrivs i analysen med 21 magasin, som vart och ett består



Figur 10: Illustration av dämme med undre och övre magasin. DHI, 2018. Bildkälla okänd.

av två delar, ett undre magasin som används för att hålla upp flödet under torrperioder och ett övre magasin med syfte att dämpa flöden vid högflöden, till exempel efter ett plötsligt skyfall, se figur 10.

För att magasinen i modellen ska nyttjas så effektivt som möjligt bör det undre magasinet vara tomt i slutet av torrperioden, och högflöden bör kulminera innan det övre magasinet är fullt. Två scenarier testades, det ena, scenario A, visade effekten av att 50 procent av våtmarksförlusten återställts och det andra, scenario B, motsvarande effekt vid 25 procent återställda våtmarker. Simuleringarna gjordes för perioden 2012 till 2013 som innehöll både ett högflöde och en längre torrperiod.

De simulerade åtgärderna visade sig ha

just vid högflöden och torrperioder utgöra en betydande positiv förändring i rätt riktning. Översvämningar kan undvikas i vissa känsliga områden, och skador på faunan i vattendraget kan minska om de lägsta flödena är något större under torrperioder. Analysen som genomförts ger en uppfattning vilken storlek på våtmarker som behövs för att nå en viss höjning av låga flöden och dämpning av högflöden och därmed ett generellt bättre förhållande i Emån.

Andra påverkanskällor på Emåns hydrologi

Hittills har vi i rapporten tittat på de förändringar som gjorts tidigare i historien i Emåns avrinningsområde, vilket var ett av

Tabell 1: Sammanställning av min- och maxflöden före åtgärder i utvalda punkter i modellen, samt ökning (+) eller minskning (-) av flödena efter åtgärder. Simuleringsperiod 2012-2013. DHI, 2018.

Plats	Före åtgärder (absolutvärde)		Scenario A (förändring)		Scenario B (förändring)	
	Q _{min}	Q _{max}	ΔQ _{min}	ΔQ _{max}	ΔQ _{min}	ΔQ _{max}
Emån ovan Stensåkra (Vetlanda)	0.3	17	+0.7	-1.5	+0.2	0
Emån vid Aby Bro	5.0	106	+1.5	-12.0	+0.3	-4
Emån vid Emsfors	6.0	123	+2.0	-10.0	+0.5	-6
Brusaån vid Mariannelund	0.3	19	+0.2	-0.5	+0.1	-0.2
Silverån vid mynningen i Emån	0.8	22	+0.1	-0.2	0	0
Gårdvedaån mynningen Emån	1.0	19	+0.2	-1.0	+0.1	0

en utjämnande effekt på flödena på samtliga platser som ingick i analysen. Under torrperioden 2013 höjdes flödet vid Emsfors från 6 kbm/s före åtgärden till 8 kbm/s i Scenario A, respektive 6.5 kbm/s i Scenario B.

2012 års högflöde i juli dämpades vid Aby bro uppströms Mörlunda från 106 kbm/s före åtgärden till 94 kbm/s i Scenario A och 102 kbm/s i Scenario B. Vid Emsfors minskade maxflödet från 123 kbm/s före åtgärder till 113 kbm/s i Scenario A och 117 kbm/s i Scenario B, se tabell 1.

Det kan tyckas att skillnaderna inte är så stora, men de kan i extrema situationer, som

syftena med rapporten. Andra företeelser som påverkar flödena i Emån är vattenanvändning och klimatförändringarna. Vi ska helt kort titta på dessa.

Vattenanvändning

Emåns vatten används för olika ändamål och tas ut ur systemet på olika punkter. Dricks-vatten kan tas från ytvatten som exempelvis sjöar eller från brunnar, det vill säga man tar i det fallet upp grundvatten. Vatten för industriellt ändamål tas på samma sätt men kan också hämtas direkt från vattendraget, vilket kan gälla för bevattningsvatten också. Oavsett var och hur det tas ut, påverkar det vattenbalan-

Tabell 2: Vattenanvändning i Jönköping och Kalmar län fördelat på användargrupper.
Källa: SCB, 2019.

Vattenanvändning i 1000-tal kubikmeter per användargrupp			
Källa: SCB, vattenanvändning per region			
	2000	2010	2015
Jönköpings län			
Hushåll	20 084	19 479	17 872
Jordbruk	5 769	3 823	2 411
Industri	24 325	11 960	16 738
Övrig användning	7 765	7 002	6 884
Total användning	57 943	42 263	43 904
Kalmar län			
Hushåll	15 288	14 588	14 331
Jordbruk	10 023	8 565	6 530
Industri	30 293	28 948	32 144
Övrig användning	8 738	6 235	6 527
Total användning	64 342	58 335	59 532

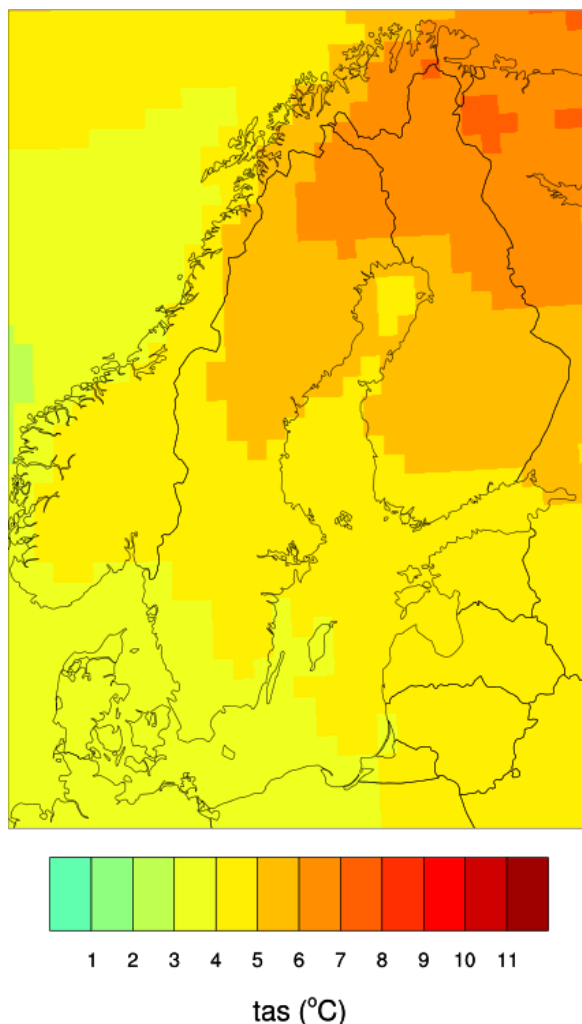
sen i Emåns avrinningsområde.

I tabell 2 visas vattenanvändningen för olika grupper av användare i Jönköping och Kalmar län. Den totala användningen har minskat sedan år 2000 jämfört år 2015 med totalt nästan 19 miljoner kubikmeter i de båda länen sammanräknat. Jordbruket har haft den största procentuella minskningen, men även hushållen har minskat sin vattenförbrukning stadigt de senaste 15 åren. Industrin har i båda länen efter en minskning under 2010, återigen ökat fram till året 2015.

För att minska användningen behövs både information till användare om hur de kan göra för bidra till en lägre förbrukning och nya tekniker. Det kan vara att utveckla slutna system där vatten renas och återanvänds, framförallt inom industrisektorn. Eftersom matproduktion konsumerar stora mängder vatten, bidrar det generella matsvinnet, som ligger på en tredjedel av alla mat som produceras, generellt till att vatten används i onödan.

Klimatförändringar

Klimatförändringarna ger redan idag negativa effekter på vattensituationen i Sverige, framförallt i delar med små grundvattenmagasin som i Emåns avrinningsområde. Förutom att arbetet med att minska klimatförändringarna måste intensifieras på alla nivåer, är klimataptionsåtgärder nödvändiga. Samhället måste förbereda sig på och skapa resurser för ett förändrat vattenlandskap på grund av förändrad nederbörd och temperatur. Strategiska planer arbetas det med redan idag, det gäller att båda minska vattenförbrukning och öka landskapets vattenhållande förmåga. Ett exempel på detta är att restaurera våtmarker så



Figur 11: Beräknad förändring av årsmedeltemperaturen (°C) för perioden 2071-2100 jämfört med 1971-2000. Kartan baseras på ett medelvärde med nio klimatscenarier för scenario RCP8,5. Källa: SMHI:s webb, data Rossby Centre.

att den vattenhållande förmågan kan öka igen.

Slutsatser

Det kan konstateras att Emåns omgivningar och även vattendraget i sig och dess biflöden under tidernas lopp har omdanats på ett sätt som syftat till att skapa bättre förutsättningar för de som bor och bott i området. Mer jordbruksmark genom dikningar och sjösänkningar har gett utrymme för en växande befolkning, det strömmande vattnet ger kraft till turbiner som genererar el till oss alla. Men samtidigt har alla åtgärder som beskrivits i rapporten också en negativ inverkan på både grundvattentillgångar, vattenbalans och biologisk mångfald. Till exempel har våtmarker med unika arter av växter och djur minskat eller försvunnit helt tillsammans med deras förmåga att dämpa högflöden och tillhålla vatten under torrperioder.

Dagens situation i Emån med omgivande landskap och människor pekar på att åtgärder måste genomföras för att åtminstone i delar återställa funktioner som gått förlorade. Ett sådant paket av åtgärder kan bland annat innehålla skapande av nya våtmarker eller restaurering av de som finns kvar, ändrade regleringar och dämningssgränser i sjömaga-

sin, gärna med sjötrösklar som inte medför vandringshinder för fiskfaunan. Tvåstegsdiken är en åtgärd som gör att jordbruksmark åter kan bidra med element som skapar både ekologiska värden och utjämning av högflöden, och åtgärderna kan bli multifunktionella med tillägg av ekologiskt funktionella kantzoner. Svämplan, områden där vattendrag kan svämma över periodiskt kanske kan återställas eller rent av nyskapas.

Allt fler, både enskilda människor, företag, organisationer, myndigheter och kommuner har uppmärksammat de utmaningar som ligger framför oss. Förstudier genomförs och många är engagerade i problemställningarna. För att lyckas nå ett hållbart vattenutnyttjande av Emåns resurser och samtidigt återskapa och behålla viktiga naturvärden är det viktigt att alla intressenter bidrar med sin del av kunskap, åtgärder och generellt minskat tryck på Emån och dess omgivande landskaps vattenhållande förmåga.

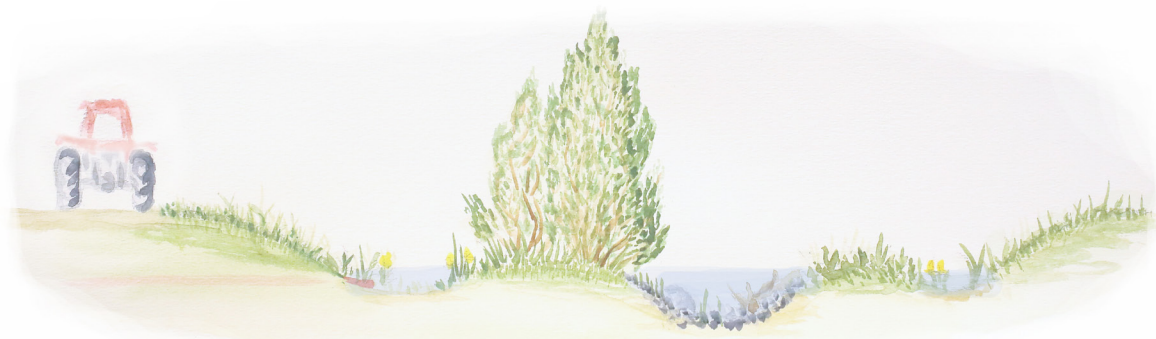


Illustration: Markus Nord/Västerviks kommun

Figur 12: Exempel EKF (Ekologiskt Funktionella Kantzoner) i jordbrukslandskapet. Reducerar näringstransporten till vattendraget, ökar biologisk mångfald i och kring vattendraget, ökar vattenförekomsten i landskapet. Total bredd 15 meter. Illustration Markus Nord.

Källförteckning och referenser

Publicerade källor

Naturvårdsverket, *Multifunktionella våtmarker*, sju faktablad.

Naturvårdsverket, 2017, *Kunskapsunderlag om våtmarkers ekologiska och vattenhushållande funktion*.

SGU, 2019:15, M. Thorsbrink, G. Sohlenius, M. Becher, P. Bastviken, L. Nolin Nyström & D. Eveborn, *Geologins betydelse vid våtmarksåtgärder*.

SGU, RR 2017:09, D. Eveborn, E. Vikberg, B.Thunholm, C-E. Hjerne och M. Gustafsson, *Grundvattenbildning och grundvattentillgång i Sverige*.

Havs- och Vattenmyndigheten, 2018, S. Hogdin, H. Gustafsson, R Liveland & L. Sorby, *Fördelning av vatten i torkans spår*.

Vattenmyndigheten Södra Östersjön, 2011, *Kunskapsöversikt för kulturmiljö och vattenförvaltning, Emåns avrinningsområde*.

Länsstyrelsen Kalmar län, 2005, *Bevarandeplan för Natura 2000-området, Emåns vattensystem i Kalmar län*.

Länsstyrelserna, 2013-2015, Anna Rodin, *Diken och dikningar*, projekt Vårda vattendragens kulturarv.

Länsstyrelsen Kalmar & Jönköping län, 2001, Coco Dederling, *Kulturhistoria ur dimma*.

SCB, 2019, *Markanvändningen i Sverige*.

SCB, 2019, tabell "Jordbruksmark och skogsmark i hektar efter region, markanvändningsklass och år", Jönköping & Kalmar län.

SCB, 2019, tabell "Vattenanvändning Kalmar Jönköpings län, 2000-2015".

SLU, 2018, Katarina Kyllmar och Ingrid Wesström, *Vattenfördröjande åtgärder i landskapet – Förstudie och förslag på pilotområden i Kalmar län*.

Lustra, 2007, red. B. Bergkvist, faktagranskning L. Klemedtsson, M. Olsson, *Skogsklädda torvtäckta marker*.

SMHI, 1992, Maja Brandt, *Skogens inverkan på vattenbalansen*.

SMHI, 1995, Svenskt vattenarkiv, *Sänkta och torrlagda sjöar*.

SMHI, 2019, Sjölyftet, lista över svenska sjöar, 1.11384!Sjolist.xls

DHI, 2016, *Vattendragsmodell för Emån, Modelluppbyggnad och inledande simuleringar*.

DHI, 2018, *Modelluppdatering och fördjupad analys med Emåns vattendragsmodell*.

DHI, 2018, Markus Petzén, Emån – Våtmarker, presentation.

Emåförbundet, 2017, Thomas Nydén, *Ingarpasjön – LOVA, Redovisning av undersökningar samt åtgärdsförslag för att minska näringsbelastning*.

Emåprojektet, 1997, Åsa Johansson, *Emåns avrinningsområde - en översiktlig beskrivning*.

LRF, 2014, Äga och förvalta diken och andra vattenanläggningar i jordbrukslandskapet.

Hushållningssällskapet, Ivar Palo, presentation Fakta om beskogning av jordbruksmark.

Muntliga källor

Erika Nilsson, länsstyrelsen Kalmar

Anders Stenström, länsstyrelsen Jönköping

Thomas Nydén, Emåförbundet

Peter Johansson, Emåförbundet

